

# Riesgos: Avenidas 3



***Paloma Fernández García***  
***Dpto. Geodinámica. Facultad C.C. Geológicas***  
***Universidad Complutense de Madrid***

# PRINCIPALES SISTEMAS DE CORRECCIÓN Y GESTIÓN DE CAUCES

## Directas o Aplicadas

***Conjunto de actuaciones encaminadas a la protección del entorno fluvial (cauce y riberas). Estas actuaciones suelen modificar secciones, calado, recorrido etc. y por tanto pueden producir desequilibrios en otros tramos del río o en el tiempo.***

- **Encauzamientos: canalizaciones y rectificaciones del cauce**
- **Cubrición de cauces**
- **Acondicionamientos del trazado (planta)**
- **Utilización de diques en ambas márgenes**
- **Utilización de escolleras**
- **Empleo de muros transversales y escalonamientos (arroyos- torrentes)**
- **Embalses laminadores**
- **Mantenimiento y conservación de la vegetación riparia**

**Los Sistemas de Corrección utilizados en la actualidad se basan en el comportamiento de los Sistemas Naturales (ríos), por eso conviene recordar, algunos procesos básicos**

# Elementos Geomorfológicos de la Llanura de Inundación y Formas asociadas

1 Canal principal (thalweg)

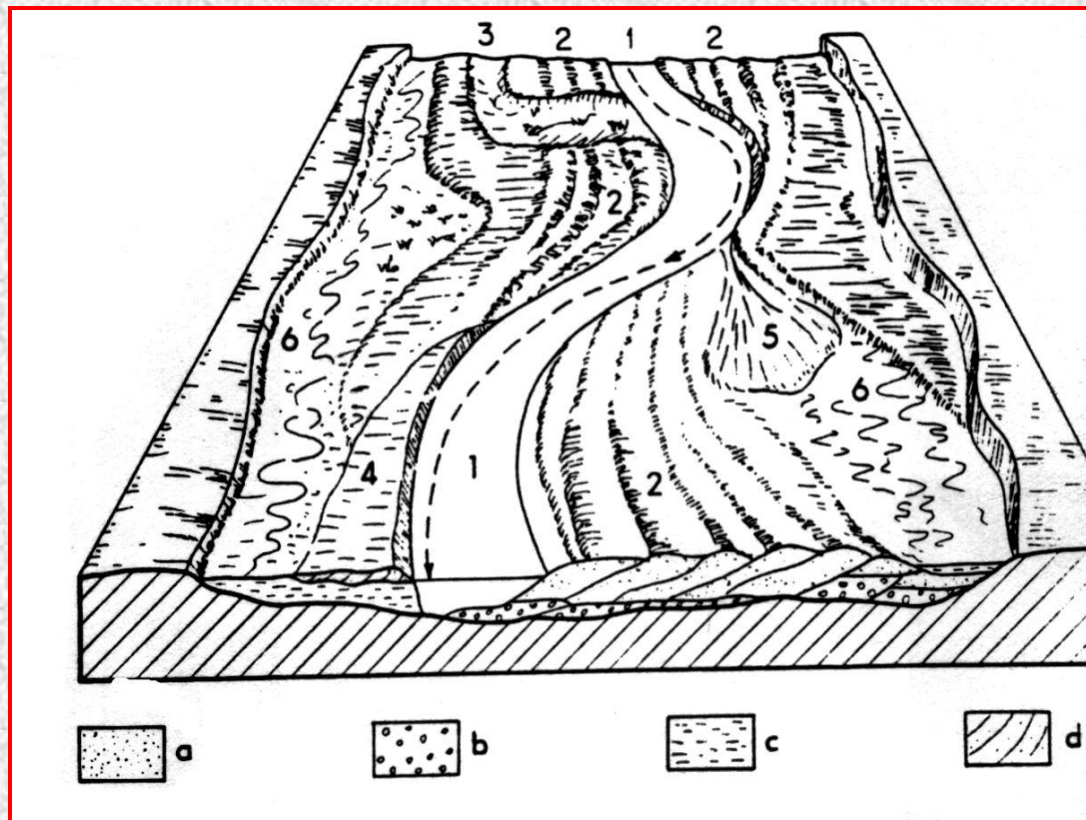
2 Barras de Meandro (Point bar). Presencia de canales secundarios

3 Canales abandonados (rellenos)

4 Diques (levees)

5 Lóbulos de Desbordamiento

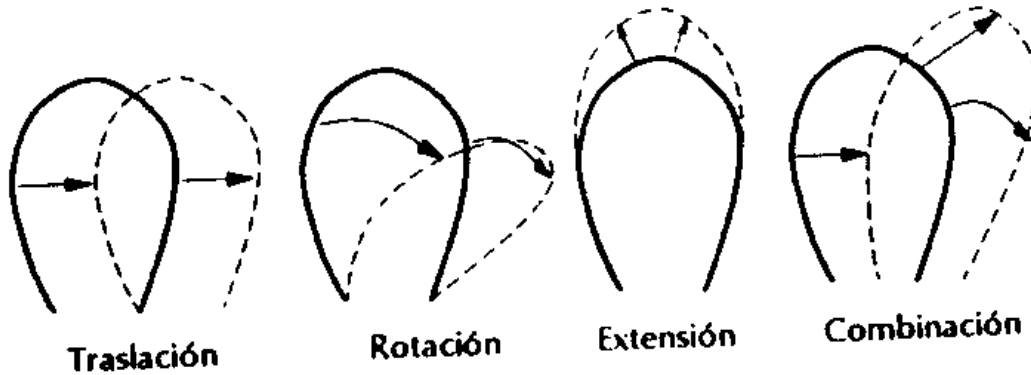
6 Lagunas marginales



La formación continuada en el tiempo de la LL I, produce una sobre elevación topográfica en torno al río principal y una ligera depresión en las zonas marginales

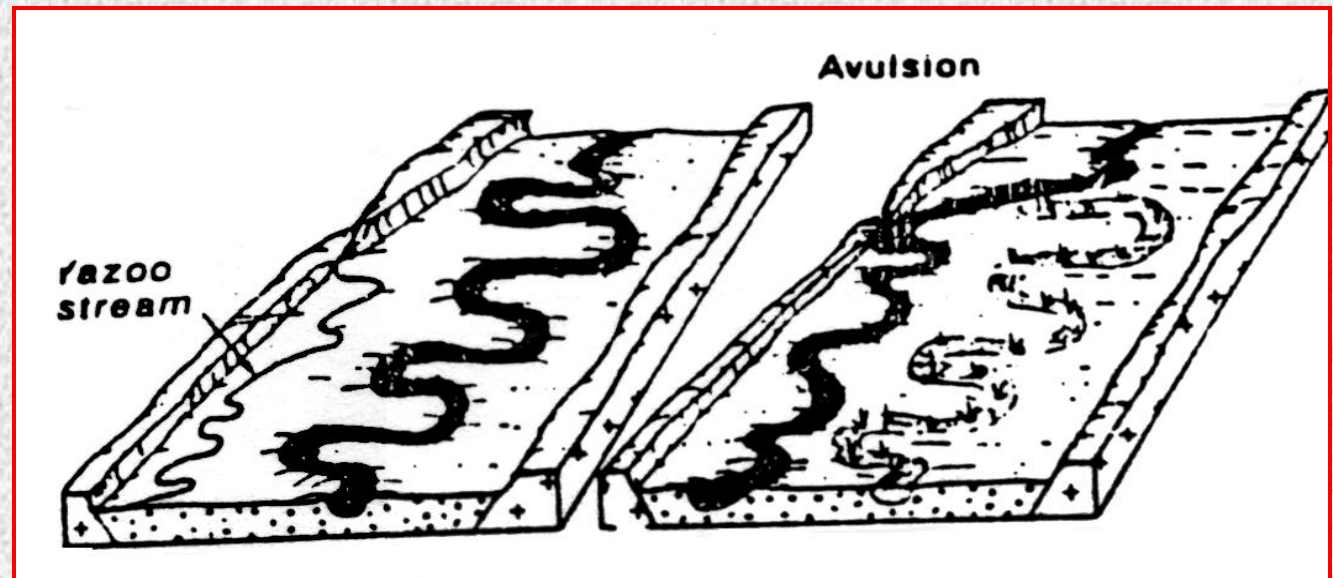


# Cambios de posición del canal



## Migración arco meandro

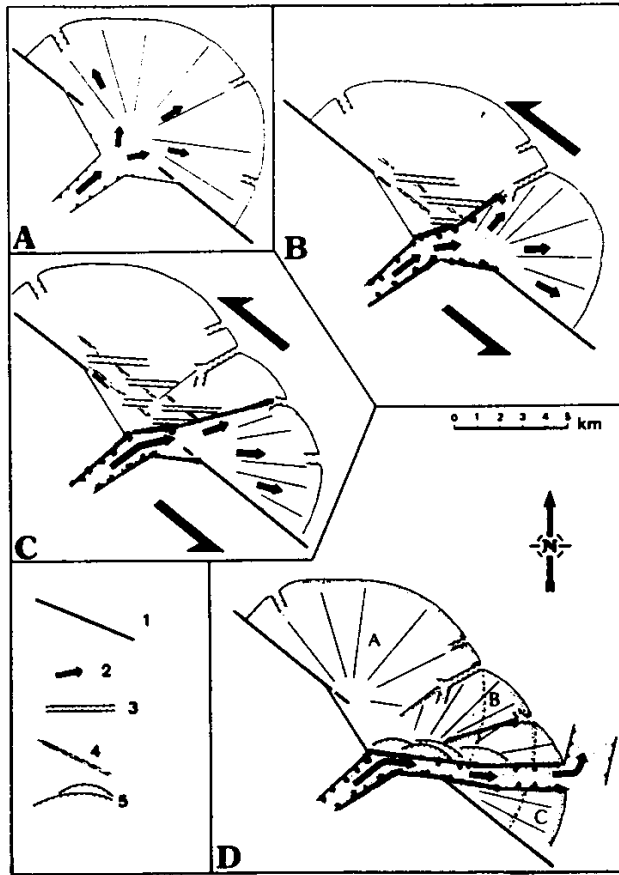
Retroceso de la margen cóncava y agradación en la convexa



## Proceso de Avulsión

*Cambio de posición del canal principal (o parte de él), dentro de su propia llanura de inundación*

# Cambios de posición del canal



**A - Etapa inicial de formación de un abanico**

**B , C, D - Avulsión del canal principal, formación de un nuevo abanico imbricado en el anterior**

**Los procesos de avulsión son frecuentes en los momentos de avenida en abanicos aluviales de cuencas torrenciales**

**El abanico se desarrolla a partir de nuevos lóbulos que van creciendo lateralmente por avulsión y desbordamientos**

# EVOLUCIÓN EN LOS RÍOS MEANDRIFORMES

## ACORTAMIENTO DE MEANDROS

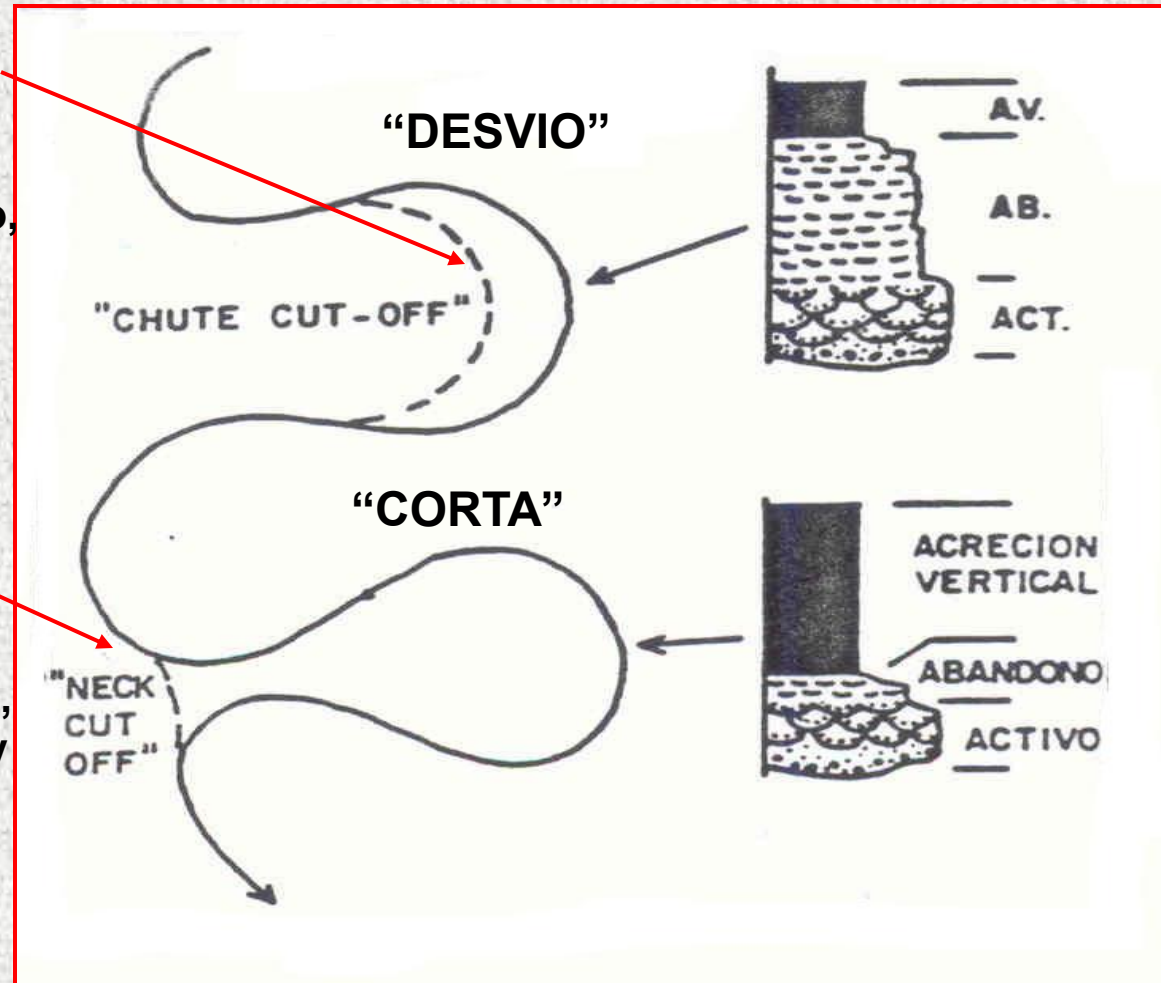
Relleno canal abandonado

### Utilización canal secundario

Proceso prolongado en el tiempo, con funcionamiento de ambos canales simultáneamente

### Estrangulamiento

El canal principal deja de utilizarse de forma “instantánea”, relevándose por otro más corto y de mayor pendiente



En ambos casos tienen lugar un aumento de velocidad y de pendiente

Paloma Fernández García



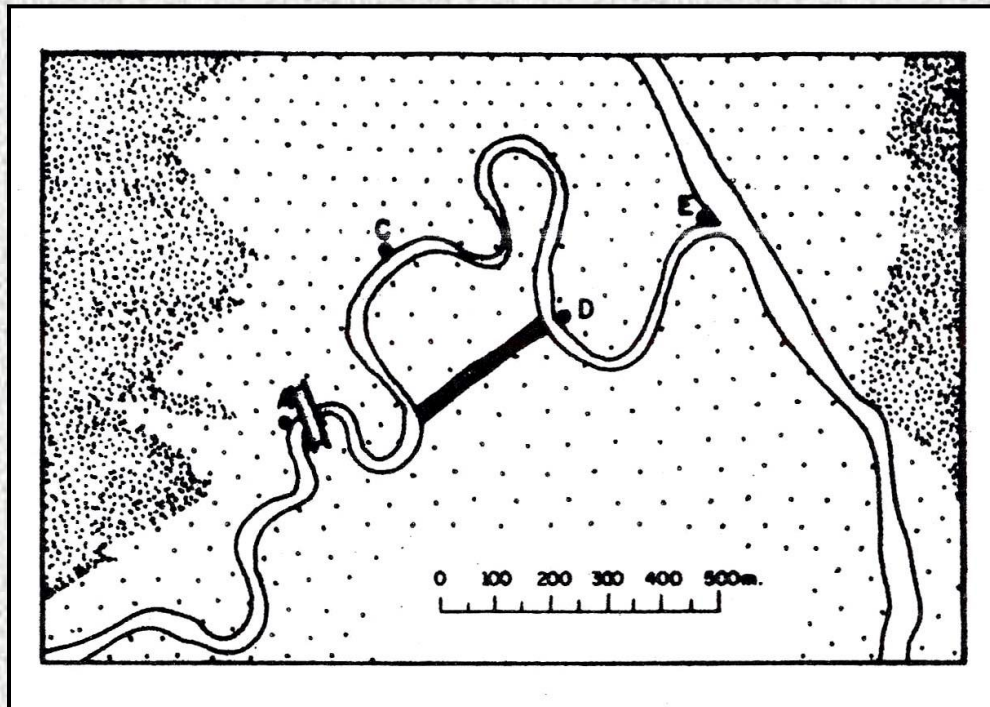
# 1- CANALIZACIONES (rectificaciones, cortas) DE CAUCES

La canalización de un río supone la corrección de un curso de agua para convertirlo en un tramo recto, aumentando sensiblemente la velocidad del agua

Este proceso se da frecuentemente como “acortamiento” de meandros y suele ir acompañado de un aumento de la pendiente local en dicho tramo y una disminución de la rugosidad

Sin embargo, aguas abajo se produce otros efectos secundarios como son:

Aumento importante de la erosión lateral y más lejos tendrá lugar sedimentación





**Sistema de canalización  
por rectificación del  
canal principal de un  
Abanico Aluvial**

**El río principal presenta  
una avulsión lateral**





Fuente De

Paloma Fernández García



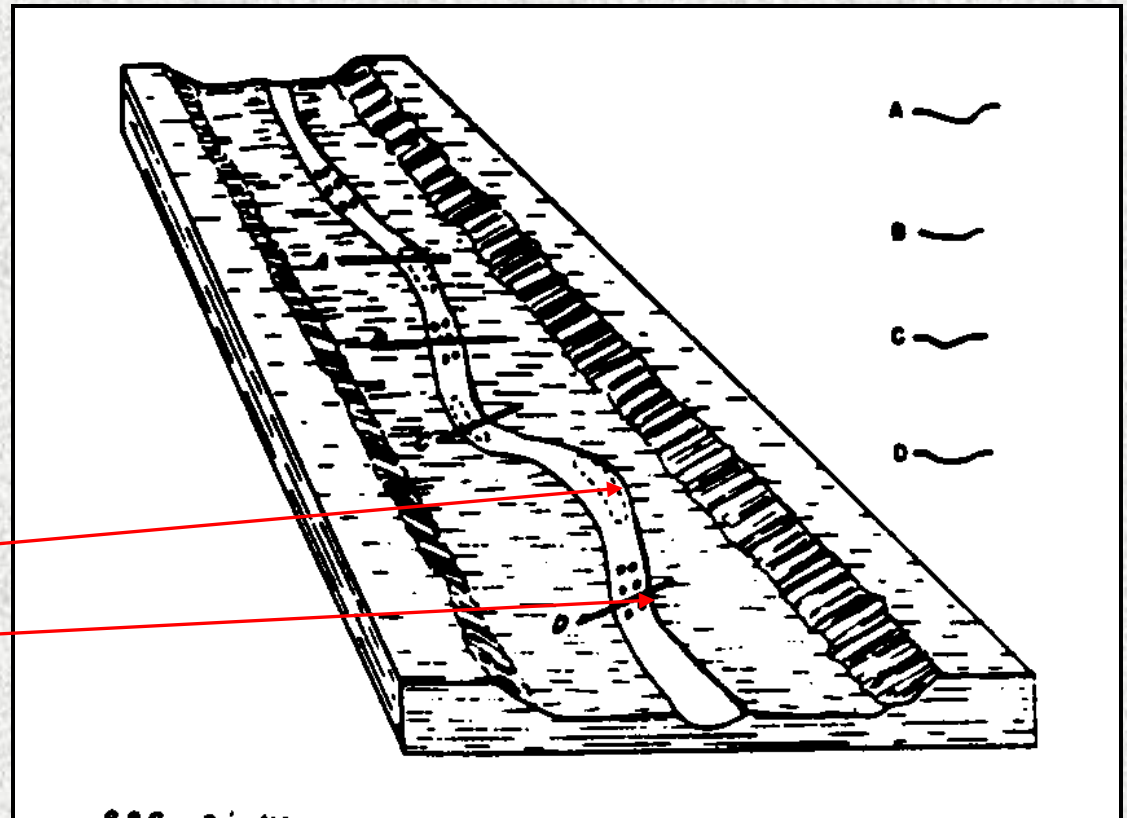
## 2 - ACONDICIONAMIENTO DE CAUCES

En Avenidas e inundaciones resulta muy eficaz un sistema combinado que alterna tramos rectos del cauce con tramos ligeramente meandríformes

Se obtiene así un sistema muy parecido al natural, con disipación de energía y generación de pozas y vados

Pozas

Umbrales





*Paloma Fernández García*





**Ejemplo de canalización – meandrificación utilizado en una zona costera**

### 3 - INSTALACIÓN DE DIQUES (levees, motas) SOBRE AMBAS MÁRGENES

Su principal objetivo es confinar el caudal que circula por el cauce, elevando muros o motas que recrecen sus márgenes. El volumen evacuado se incrementa así extraordinariamente

Un cálculo inadecuado en su altura, puede suponer efectos desastrosos

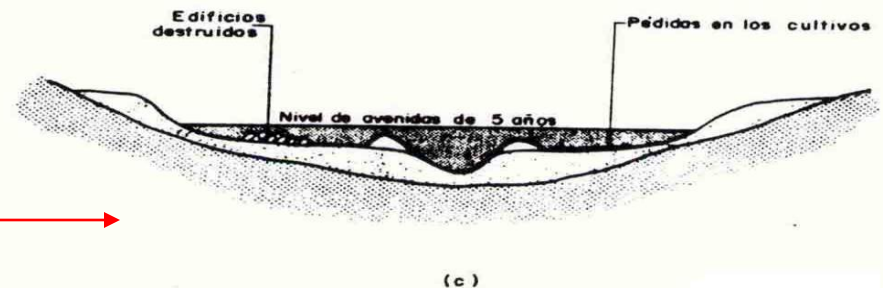
Nivel de avenida de 5 años



Instalación de diques

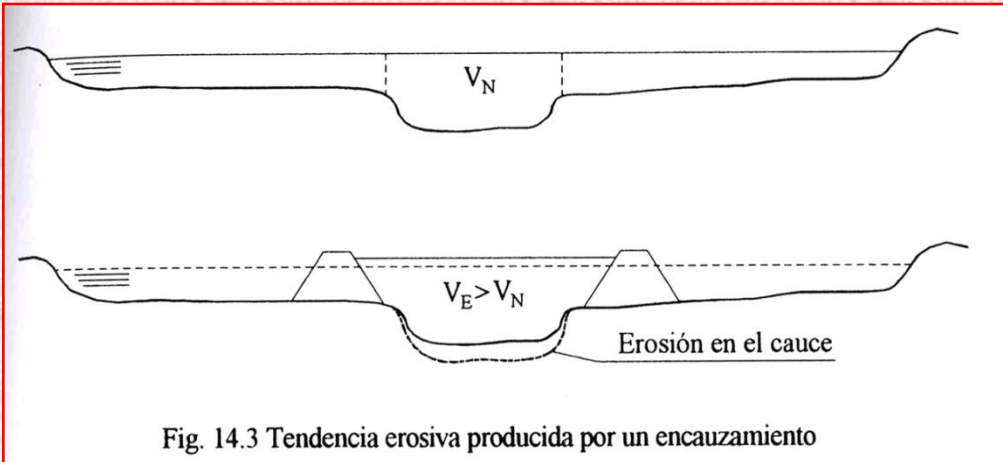


Nivel de avenida de 50 años



### 3 - INSTALACIÓN DE DIQUES (levees, motas) SOBRE AMBAS MÁRGENES

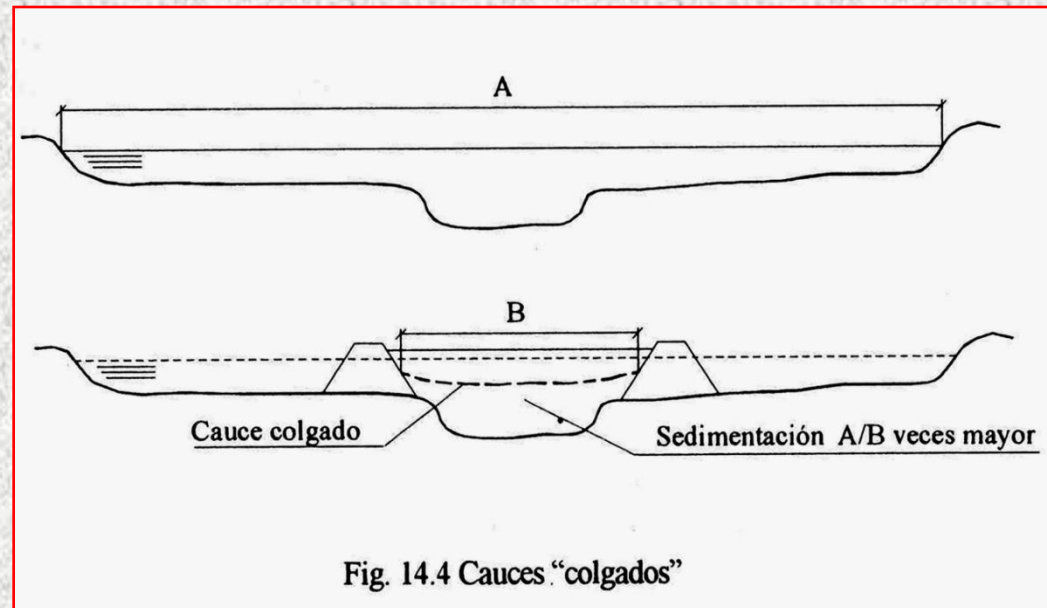
Sin embargo, no favorecen la formación y regeneración de la Llanura de Inundación y por tanto la de su acuífero



Puede presentar efectos contradictorios, dependiendo de las características sedimentológicas del río o del tramo donde se instalen

Tendencia a la incisión de fondo (sobreexcavación), al estar el río limitado a un ancho fijo

Tendencia al relleno de fondo. Ríos “colgados” como consecuencia de un exceso de sedimentos (somerización)





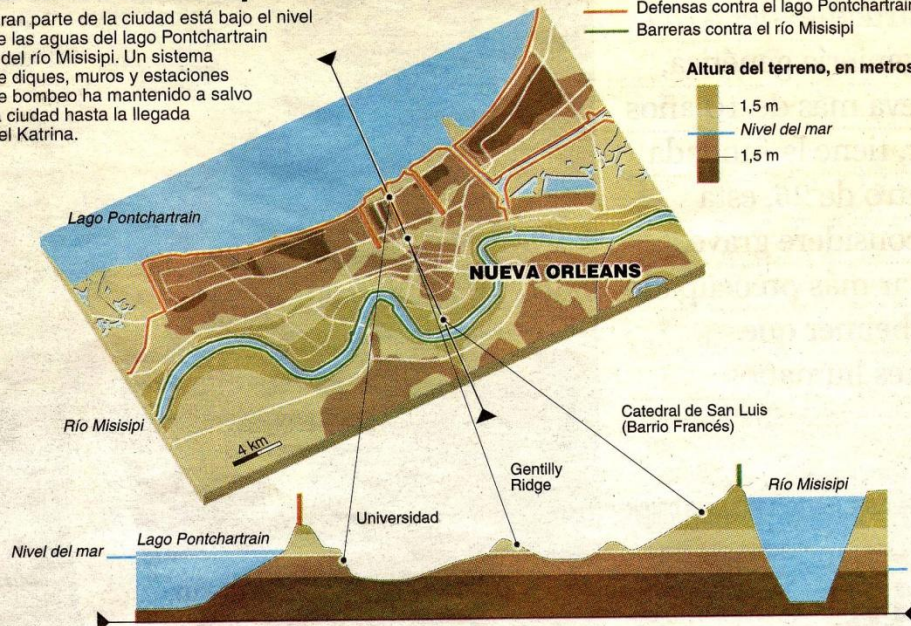
## La rotura de los diques de Nueva Orleans

Gran parte de la ciudad está bajo el nivel de las aguas del lago Pontchartrain y del río Misisipi. Un sistema de diques, muros y estaciones de bombeo ha mantenido a salvo la ciudad hasta la llegada del Katrina.

Defensas contra el lago Pontchartrain  
Barreras contra el río Misisipi

Altura del terreno, en metros

1,5 m  
Nivel del mar  
1,5 m



### Filtraciones

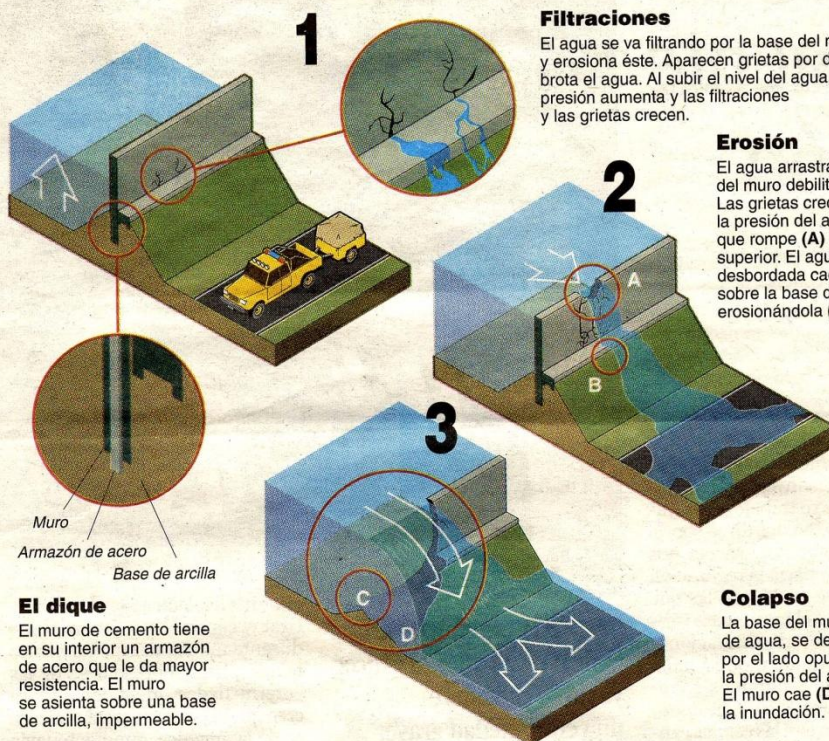
El agua se va filtrando por la base del muro y erosiona éste. Aparecen grietas por donde brota el agua. Al subir el nivel del agua, la presión aumenta y las filtraciones y las grietas crecen.

### Erosión

El agua arrastra parte del muro debilitándolo. Las grietas crecen por la presión del agua, que rompe (A) la parte superior. El agua desbordada cae sobre la base del muro erosionándola (B).

### Colapso

La base del muro, saturada de agua, se debilita y cede por el lado opuesto al de la presión del agua (C). El muro cae (D) y se produce la inundación.



### El dique

El muro de cemento tiene en su interior un armazón de acero que le da mayor resistencia. El muro se asienta sobre una base de arcilla, impermeable.

La rotura de los diques produce un efecto amplificador del desastre

“El País”, 11 septiembre 2005

Paloma Fernández García





## 4 - PROTECCIÓN DE UNA DE LAS MÁRGENES

**Normalmente se utiliza cuando se intenta minimizar la acción erosiva de la margen cóncava (protección de obra civil o extractiva)**

**El resultado es que al río se le “inmoviliza” de una manera no natural. La respuesta suele ser la utilización por el río principal de un canal secundario situado en la barra de meandro**

**Este proceso conlleva un aumento de velocidad y erosión, formándose nuevas curvaturas (normalmente más cerradas) dentro de la llanura**





**Protección de los bordes: gaviones,  
escolleras**





**Muro para protección de la carretera, por erosión de un canal secundario. Río Guadalfeo**

*Paloma Fernández García*



## 5 - EMPLEO DE ESTRUCTURAS TRANSVERSALES Y ESCALONADO



**Utilización en arroyos torrenciales:  
“Avenidas relámpago” y zonas de  
montaña**

**Su principal objetivo es disminuir la  
velocidad y la incisión, al variar el  
perfil longitudinal del torrente**

**Se produce también una retención  
de la carga sólida que puede llegar a  
enterrar los escalones**

**La adecuación del espaciado y la  
sección debe ser planificada  
previamente**



Canal original del curso  
del torrente

Canal de desvío del  
curso del torrente



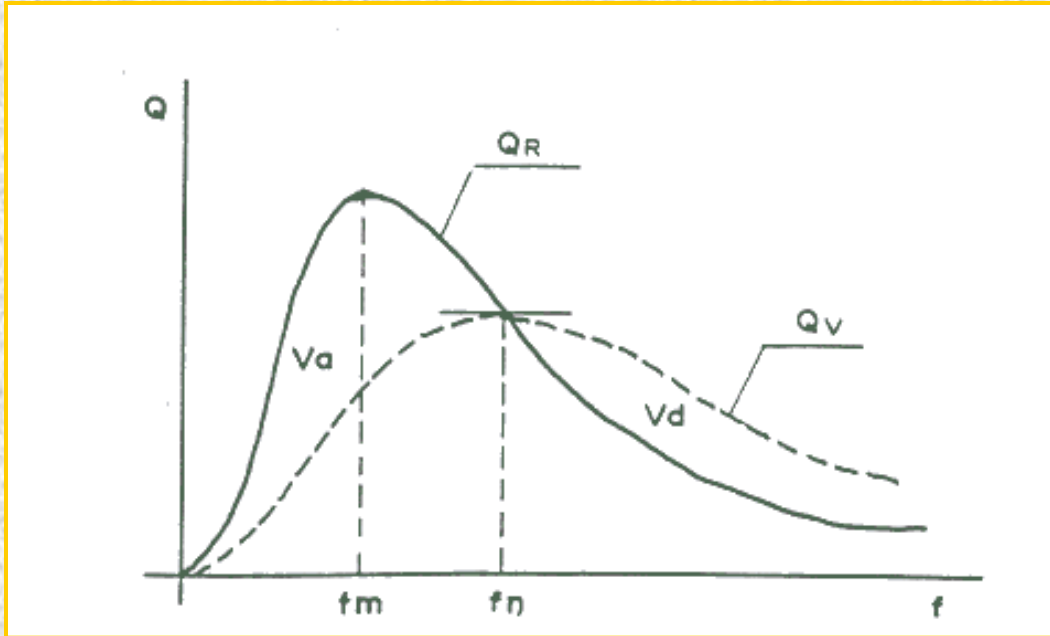


**Muro transversal roto del torrente de Asó, en el encauzamiento de salida.  
Al fondo, material de la Morrena. Biescas**



## 6- EMBALSES LAMINADORES DE AVENIDAS

**Hidrograma de los embalses “laminadores”:** Rebajan el pico de crecida en el momento de la avenida para ir después añadiendo caudal al río



$V_a$  : volumen acumulado

$V_d$ : volumen desembalsado

$Q_R$ : caudal retenido

$Q_v$ : caudal vertido

Resultan efectivos siempre y cuando se encuentren “preparados” antes del momento de la avenida

Aún así, presentan algunas limitaciones secundarias tanto aguas arriba como aguas abajo, derivadas de los balances de erosión – agradación, así como de las fluctuaciones del flujo de base (armado del lecho)

### Efectos en un embalse por la retención de sólidos

#### 1. Retención de sólidos en la propia cuenca de drenaje

*Medidas de reforestación en la cuenca. Disminuir la erosión del suelo  
Estructuras de retención de sólidos (pequeñas presas, escalonamientos) en  
arroyos afluentes al embalse*

#### 2. Funcionamiento de aliviaderos laterales, al inicio de la avenida (máximo aporte de carga sólida)

#### 3. En situaciones de embalse “lleno”, traspaso de caudal y sólidos aguas abajo, por rebosamiento del vaso

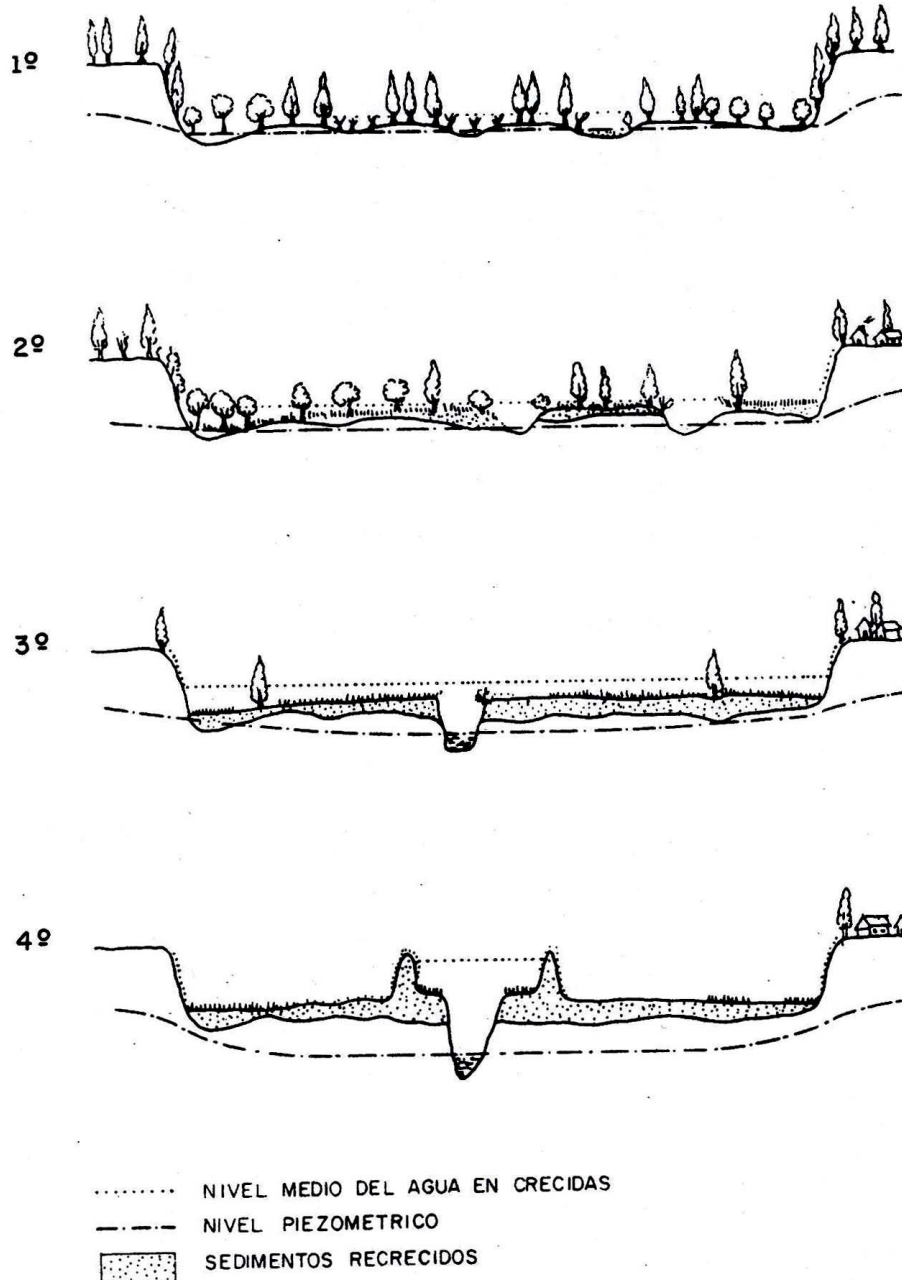
#### 4. Dragados del fondo







## 7 - MANTENIMIENTO DE LA VEGETACIÓN RIPARIA



**Proporciona una buena estabilidad a las márgenes, mantienen los ecosistemas, aumentando la cohesión entre las partículas y reforzando las márgenes**

**Al mismo tiempo, funcionan absorbiendo los efectos de la inundación lo que favorece la regeneración de suelos y el recrecimiento de diques naturales**

**No impiden la formación y la recarga del acuífero de la Llanura de Inundación**



### **Medidas de Ordenación y Gestión del Territorio**

#### **1 – Cartografía de Áreas Inundables: Mapas de Inundaciones**

- Se trata de mapas a escala media y de detalle
- Deben ser mapas sencillos, fácilmente comprensibles por un gestor y con una leyenda muy directa
- Deben recoger información complementaria (geomorfológica)
- Representación espacial de las áreas correspondientes a cada Periodo de Retorno

#### **2 – Mapas de Procesos Activos: Sectorización**

#### **3 – Zonación y Usos del Suelo**



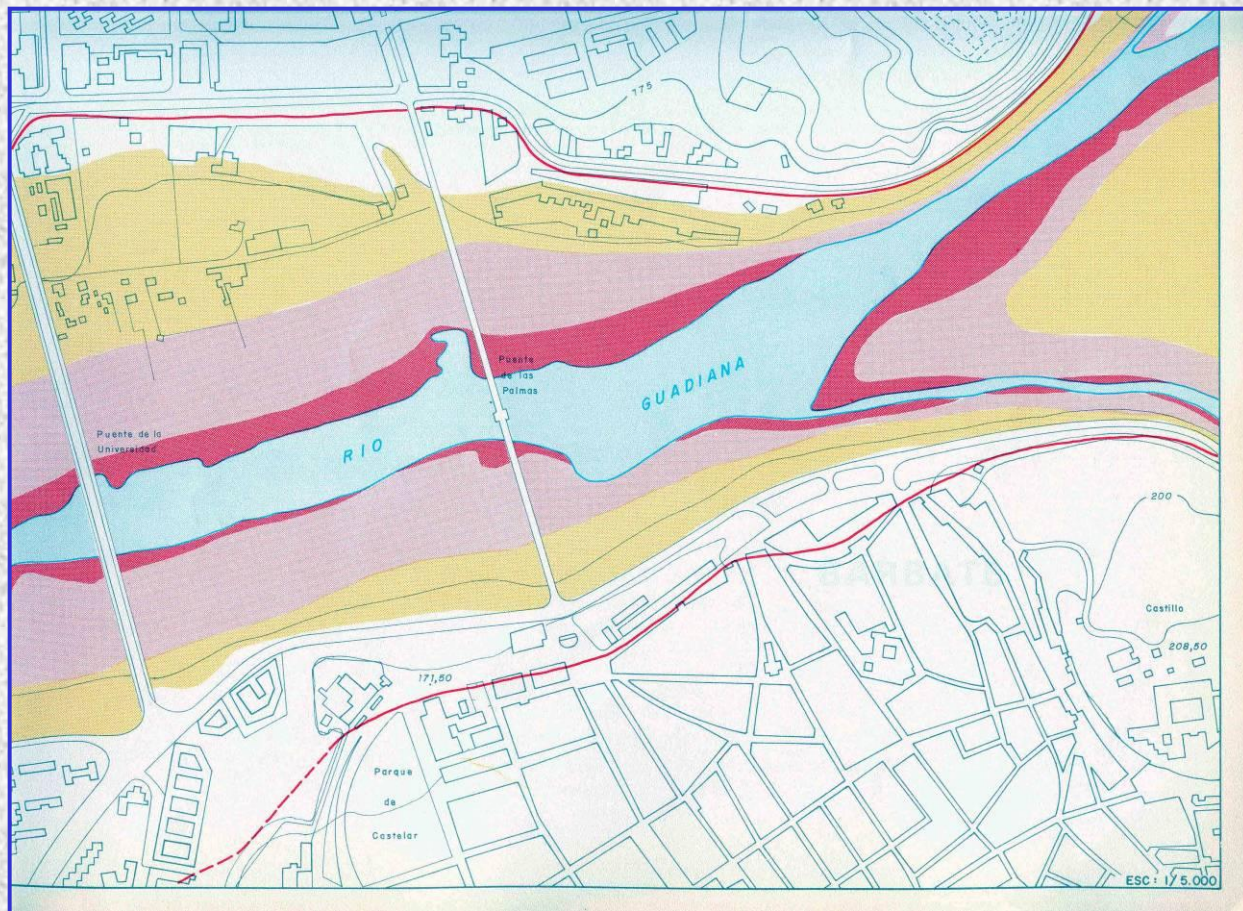
**Zona inundable  
 $T < 20$  años**

**Zona inundable  
 $T < 5$  años**

**Zona inundable  
 $T < 1.5$  años**

## 1- Mapas de Inundaciones





Zona inundable en crecidas de periodo inferior a 1,5 años – Cauce mayor



Zona inundable en crecidas de periodo inferior a 5 años – Cauce mayor excepcional



















Limite de crecidas maximas o de llanura de inundación secundaria















Zona inundable en crecidas de periodo inferior a 20 años – Orla exterior

# EJEMPLO DE LEYENDA DE MAPAS DE INUNDACIONES





## RED DE DRENAJE

	Rio de curso continuo
	Rio de curso estacional o torrencial
	Arroyo de curso continuo
	Arroyo de curso temporal
	Vaguada sin cauce definido
	Zona con perdida de definición del cauce
<b>LIMITE DE LLANURA DE INUNDACION:</b>	
	Normal ( $T < 25$ años)
	Excepcional ( $T > 25$ años)
	Limite de cauce de crecida en arroyos
	Lagunas peremnes
	Lagunas temporales
	Rambla sin cauce definido
	Acequias o canales
	Canales de marea
	Cauce de drenaje temporal artificial o dragado
	Marisma funcional

## MORFOLOGIA Y RELIEVE

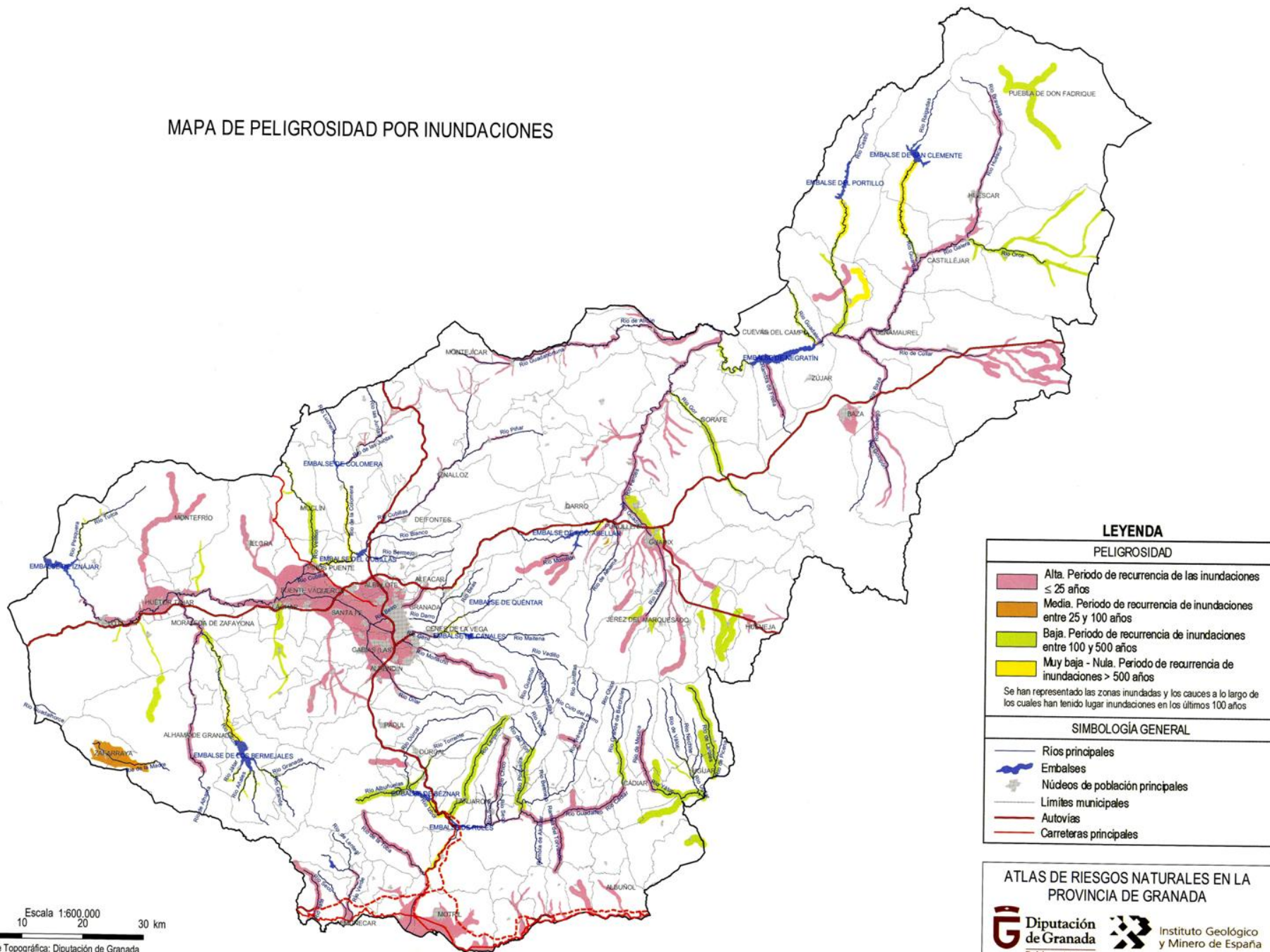
	Divisorias
	Divisorias agudas
	Areas con movimientos de masas en laderas
	Areas potencialmente inestables
	Conos de deyección
	Cantiles continuos
	Cantiles discontinuos o roturas de pendiente
	Area de dunas activas
	Area de dunas arrasada
	Cauce encajado
	Zapado de pie en el cauce
	Playa

## AREAS DE ENCHARCAMIENTO TEMPORAL

	Lagunas esteparias
	Zonas marismales
	Zonas arreicas
	Zonas encharcables

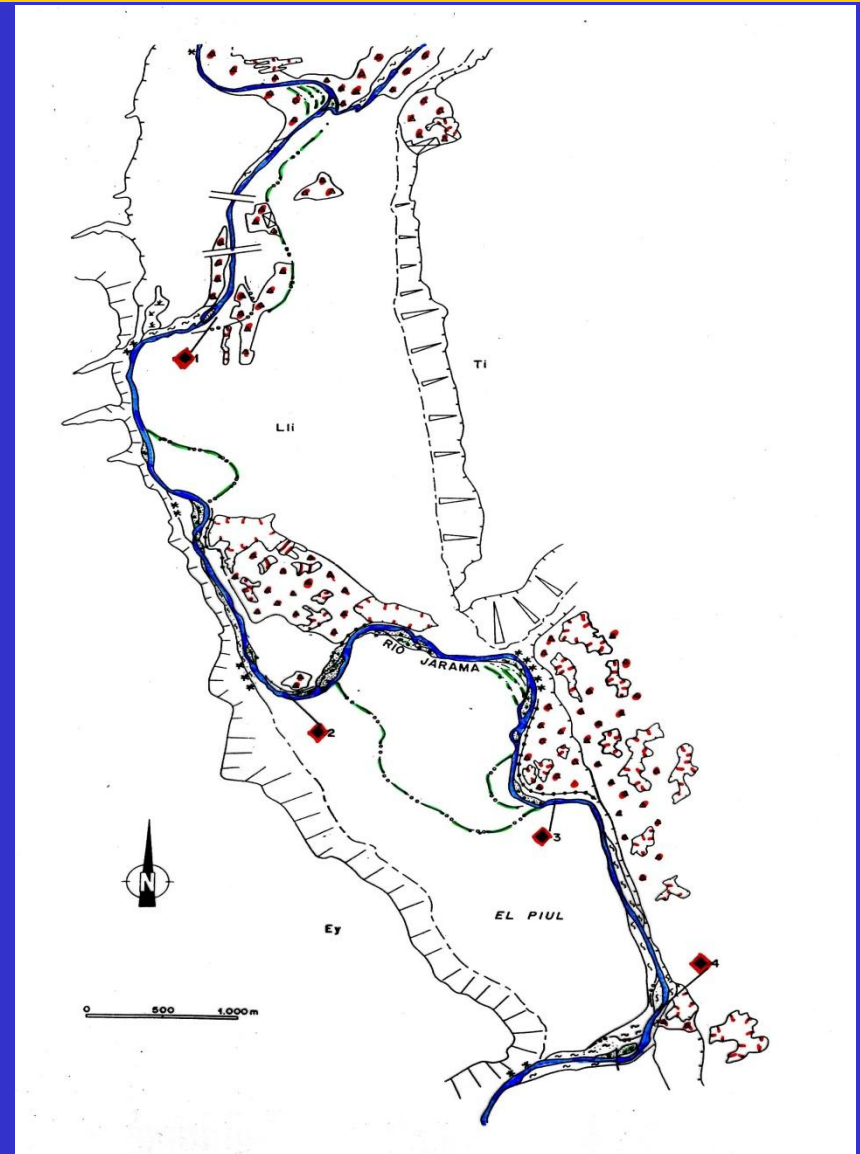
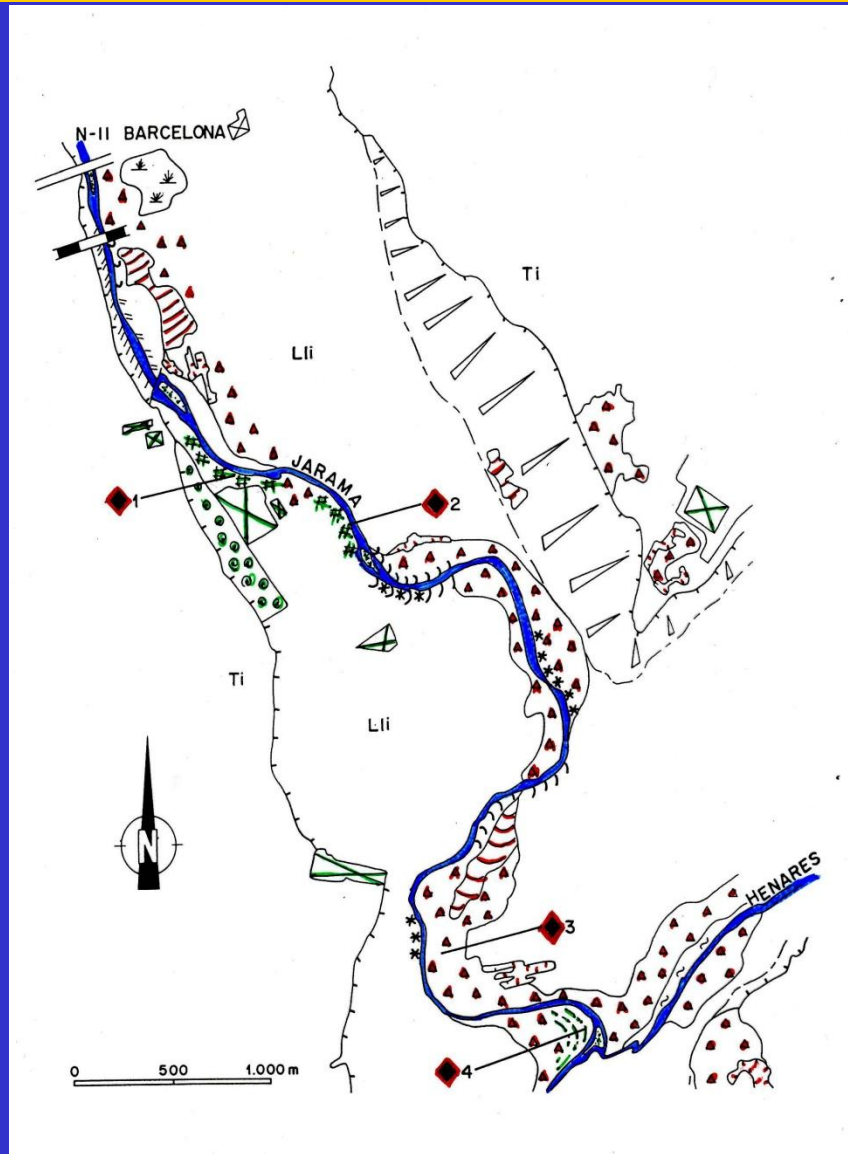


## MAPA DE PELIGROSIDAD POR INUNDACIONES



Paloma Fernández García

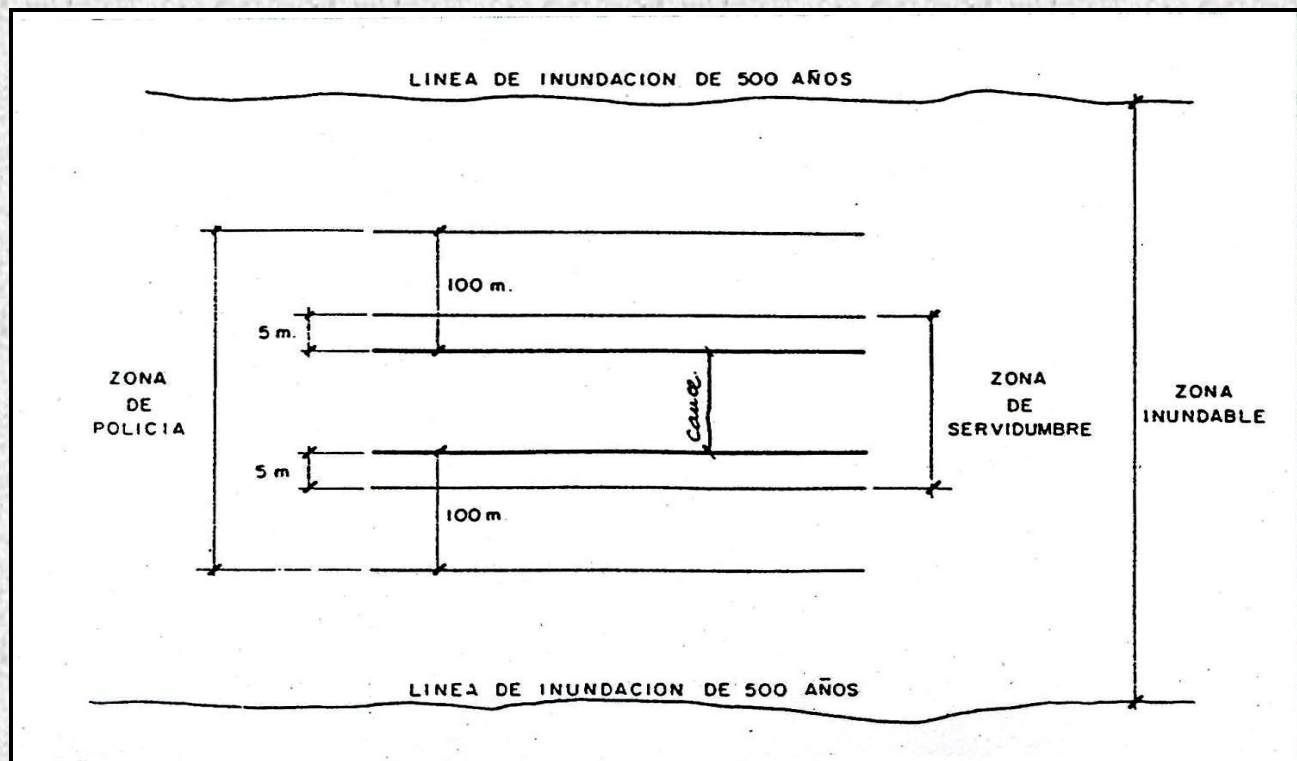
## 2 - Mapa de Procesos Activos: Sectorización



**Sector ♦ : zona que por la intensidad de los procesos que presenta indicaría una mayor peligrosidad respecto a su entorno**



### 3 – Zonas de Usos del Suelo



#### Zonas de Usos del Suelo (*Ley de Aguas, 1985*)

**Zona de Servidumbre:** 5 m a cada lado del cauce

**Zona de Policía:** 100 m desde el cauce

**Zona Inundable:** variable para cada río pero debe reflejar la inundación correspondiente al Periodo de 500 años

# **Los Usos de las distintas Zonas vienen propuestos por las distintas Comunidades**

**Zona de Servidumbre ( 5 m, corresponde al Periodo de 2 años)**

**No se permite ninguna actividad, solo la construcción de puentes, así como el mantenimiento de la ribera natural**

**Zona de Policía (100 m, corresponde al Periodo de 10 años)**

**Se permite los cultivos; zonas de recreo y ocio; algún tipo de construcción frágil (viveros) y zonas de extracción de áridos**

**Zona Inundable (variable)**

**Trazado de carreteras y viviendas adecuadas (sobrelevadas)**

***Ej.: El Plan de Prevención contra avenidas e inundaciones en cauces urbanos Andaluces propone las siguientes zonas de actuación (2008)***

- 1. Una zona inundable casi todos los años**
- 2. Una zona inundable una vez cada 5 años**
- 3. Una zona inundable una vez cada 10 años**
- 4. Una zona con fenómenos aislados de inundabilidad**
- 5. Una zona que presente una Peligrosidad potencial aislada**



